



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08274714 A**(43) Date of publication of application: **18 . 10 . 96**

(51) Int. Cl. **H04B 10/02**
H04B 10/18
H04B 10/00
H04B 10/152
H04B 10/142
H04B 10/04
H04B 10/06
H04N 7/22

(21) Application number: **07073639**(22) Date of filing: **30 . 03 . 95**(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **SHUDO KOICHI**
SHIBATA NOBURU
KIKUSHIMA KOJI
NAKAMOTO HIROSHI
IWASHITA KATSU

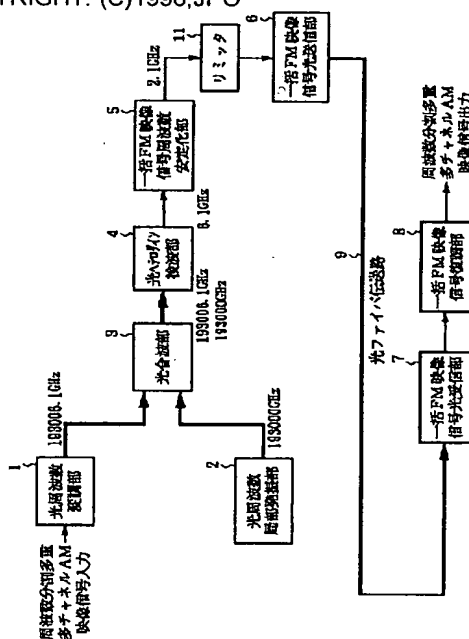
(54) OPTICAL SIGNAL TRANSMITTER**(57) Abstract:**

PURPOSE: To transmit a wide-band electric signal through optical frequency modulation by imposing frequency modulation on the composite light signal of a light signal and a local oscillation light by an optical heterodyne detection part.

CONSTITUTION: The optical frequency modulation part 1 receives an electric signal as a modulation input and outputs a frequency-modulated light signal. An optical frequency local oscillation part 2 outputs a local oscillation light of light frequency which is an intermediate frequency different from the light signal outputted by the modulation part 1. An optical multiplexing part 3 multiplexes those outputs. The optical heterodyne detection part 4 inputs the multiplexed light signal and outputs the electric signal of intermediate frequency which is equal to the difference in light frequency between the light signal and local oscillation light. A batch FM video signal optical transmission part 6 imposes intensity modulation on a light source with the electric signal outputted by the detection part 4 and outputs a light signal to be transmitted to an optical fiber transmission line 9. This transmitter is preferably equipped with a means 5

which removes a noise causing fluctuations of the light signal and local oscillation light from the electric signal obtained as the output of the detection part 4.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-274714

(43)公開日 平成8年(1996)10月18日

(51)Int.Cl. [°]	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	10/02		H 0 4 B 9/00	M
	10/18		H 0 4 N 7/22	
	10/00		H 0 4 B 9/00	C
	10/152			L
	10/142			

審査請求 有 請求項の数 5 OL (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平7-73639	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(22)出願日	平成7年(1995)3月30日	(72)発明者	首藤 晃一 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72)発明者	柴田 宣 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72)発明者	菊島 浩二 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(74)代理人	弁理士 井出 直孝 (外1名)

最終頁に続く

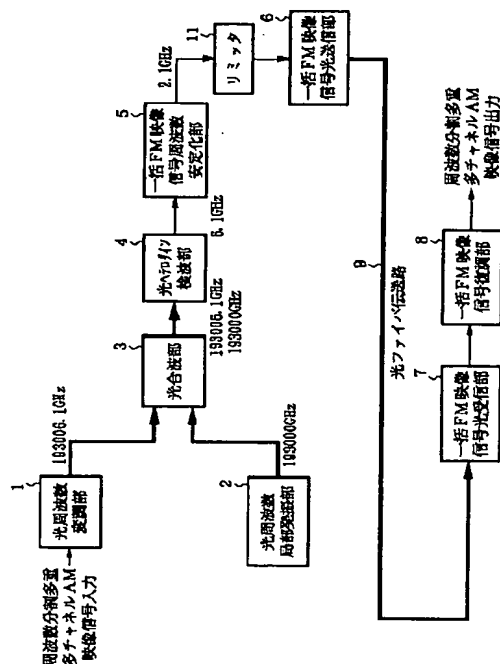
(54) 【発明の名称】 光信号送信機

(57)【要約】

【目的】 振幅変調された広帯域な電気信号を周波数変調された電気信号に変換する。

【構成】 送信信号により振幅変調された電気信号を入力し周波数変調された光信号を出力し、この光信号とは異なる光周波数の局部発振光をこの周波数変調された光信号に合波する。この合波された二つの光信号からこの二つの光信号の光周波数の差に等しい周波数の電気信号を出力することにより、振幅変調された電気信号が周波数変調された電気信号に変換される。周波数変調された光信号および局部発振光のゆらぎに起因する雑音をこの電気信号から除去する。

【効果】 多チャネルの映像信号を送信することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電気信号を変調入力とし周波数変調された光信号を出力する光周波数変調部と、

この光信号と中間周波数だけ離れた光周波数の局部発振光を出力する光周波数局部発振部と、

前記光信号と前記局部発振光とを合波する光合波部と、

この合波された光信号を入力し前記光信号と前記局部発振光との光周波数の差に等しい中間周波数の電気信号を出力する光ヘテロダイン検波部と、

この電気信号から前記光信号および前記局部発振光のゆらぎに起因する雑音を除去する手段と、

この手段からの電気信号により光源を強度変調し光伝送路に送信する光信号を出力する光送信手段とを備えたことを特徴とする多チャネル光信号送信機。

【請求項 2】 前記変調入力はベースバンド信号であり情報信号とこの情報信号とは周波数の異なるパイロット信号とを含み、前記中間周波数信号はこの情報信号により周波数変調された第一の信号と前記パイロット信号により周波数変調された第二の信号とを含み、

前記除去する手段は、この第二の信号から抽出したゆらぎ成分を前記第一の信号のゆらぎ成分と相殺する手段を含む請求項 1 記載の光信号送信機。

【請求項 3】 前記相殺する手段は、前記第一の信号が通過する第一の帯域濾波器と、前記第二の信号が通過する第二の帯域濾波器と、この第一の帯域濾波器の出力とこの第二の帯域濾波器の出力とを周波数混合する手段とを備えた請求項 2 記載の光信号送信機。

【請求項 4】 前記情報信号は、周波数分割多重された多チャネル振幅変調映像信号であり、前記第一の信号は、この情報信号を一括して周波数変調した信号である請求項 2 記載の光信号送信機。

【請求項 5】 前記パイロット信号は、前記情報信号とは帯域濾波器で分別できる程度に異なる周波数に設定された搬送波である請求項 2 記載の光信号送信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光通信に利用する。本発明は広帯域信号の伝送に利用する。本発明は映像信号の伝送に利用するに適する。特に、振幅変調された広帯域電気信号を周波数変調された電気信号に変換する技術に関する。本発明は、ケーブルテレビジョン用の光信号送信機として利用するに適する。

【0002】

【従来の技術】振幅変調された電気信号を周波数変調し、この電気信号を光信号に変換して送信する光伝送方式が知られている。この従来例を図 9 に示す。図 9 は従来例の光伝送方式の全体構成図である。図 9 に示す従来例では、周波数分割多重された多チャネル振幅変調（以下、AM と記す）映像信号を一括して周波数変調（以下、FM と記す）映像信号に変換し、多チャネル映像信

号を光伝送する〔参考文献：1991 年電子通信情報学会秋季大会、B-603、4-64 ページ、「バルス化 FM 一括変調アナログ光 CATV 分配方式」〕。

【0003】周波数分割多重された多チャネル AM 映像信号を電圧制御発振器（以下、VCO と記す）に入力することにより、周波数変調された電気信号が出力される。さらに、この電気信号をリミッタに入力することにより、振幅が一定に整形され周波数変調された電気信号が出力される。この電気信号により半導体レーザを直接変調して光信号を得る。この光信号は光ファイバを用いて受信側に伝送される。

【0004】光ファイバにより伝送された光信号は、受信側のフォトダイオード（PD）により光強度検波され再び電気信号に変換される。この電気信号を SR フリップフロップ、遅延線、ローパスフィルタを用いて復調し、元の周波数分割された多重多チャネル振幅変調映像信号が受信側で得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来例の光伝送方式では、光ファイバ多チャネル映像伝送システムのように、広帯域な電気信号を入力とする場合に、VCO の入力周波数の帯域制限により変調することができる周波数帯域に限度がある。従来例で示した VCO では、入力できる電気信号は、入力インピーダンスが高周波において大きくなり、およそ 200 MHz が限界となる。したがって、同時に伝送できる映像チャネルの数は 20 チャネル程度である。

【0006】しかし、現在、多くの CATV においては、およそ 30 チャネル分に相当する 90 MHz ~ 450 MHz の帯域が要求されている。従来例で示した VCO を用いる方式では、もはやこの要求に対応することはできない。

【0007】本発明は、このような背景に行われたものであり、広帯域な電気信号を光周波数変調により伝送することができる光信号送信機を提供することを目的とする。本発明は、多チャネルの映像信号を送信することができる光信号送信機を提供することを目的とする。本発明は、信号品質のよい光信号送信機を提供することを目的とする。本発明は、ケーブルテレビジョン用の光信号送信機として十分な規格を満足する装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、周波数変調に光ヘテロダイン検波技術を用いることを主要な特徴とする。これにより、VCO を用いた従来の装置と比較して入力することができる周波数帯域が大幅に広帯域化される。

【0009】本発明は光信号送信機であり、その特徴とするところは、電気信号を変調入力とし周波数変調された光信号を出力する光周波数変調部と、この光信号と中

間周波数だけ離れた光周波数の局部発振光を出力する光周波数局部発振部と、前記光信号と前記局部発振光とを合波する光合波部と、この合波された光信号を入力し前記光信号と前記局部発振光との光周波数の差に等しい中間周波数の電気信号を出力する光ヘテロダイン検波部と、この電気信号から前記光信号および前記局部発振光のゆらぎに起因する雑音を除去する手段と、この手段からの電気信号により光源を強度変調し光伝送路に送信する光信号を出力する光送信手段とを備えたところにある。

【0010】前記変調入力はベースバンド信号であり情報信号とこの情報信号とは周波数の異なるパイロット信号とを含み、前記中間周波数信号はこの情報信号により周波数変調された第一の信号と前記パイロット信号により周波数変調された第二の信号とを含み、前記除去する手段は、この第二の信号から抽出したゆらぎ成分を前記第一の信号のゆらぎ成分と相殺する手段を含むことが望ましい。

【0011】前記相殺する手段は、前記第一の信号が通過する第一の帯域濾波器と、前記第二の信号が通過する第二の帯域濾波器と、この第一の帯域濾波器の出力とこの第二の帯域濾波器の出力とを周波数混合する手段とを備えることが望ましい。

【0012】これにより、光周波数変調の過程で発生したゆらぎ成分を除去した電気信号を得ることができる。

【0013】前記情報信号は、周波数分割多重された多チャネル振幅変調映像信号であり、前記第一の信号は、この情報信号を一括して周波数変調した信号であることができる。

【0014】前記パイロット信号は、前記情報信号とは帯域濾波器で分別できる程度に異なる周波数に設定された搬送波であることができる。

【0015】

【作用】電気信号を変調入力とし周波数変調された光信号を出力し、この光信号とは異なる光周波数の局部発振光をこの周波数変調された光信号に合波する。この合波された二つの光信号からこの二つの光信号の光周波数の差に等しい周波数の電気信号を出力することにより、振幅変調された電気信号が周波数変調された電気信号に変換される。電気光変換手段としては、例えば、半導体レーザを用いるが、半導体レーザは、入力する電気信号が数GHzくらいまでの高周波であっても、電気光変換を行うことができるので、VCOその他の電気的手段と比較すると大幅な広帯域化を実現することができる。二つの光信号の光周波数の差に等しい周波数は電気信号が扱うことのできる周波数である。

【0016】さらに、周波数変調された光信号および局部発振光のゆらぎに起因する雑音をこの電気信号から除去することにより、高い信号品質の周波数変調された広帯域の電気信号を得ることができる。

【0017】前記変調入力はベースバンド信号であり、その信号には情報信号とこの情報信号とは周波数の異なるパイロット信号とを含み、光ヘテロダイン検波により出力される電気信号は、この情報信号により周波数変調された第一の信号と前記パイロット信号により周波数変調されたこの第一の信号とは周波数が異なる第二の信号とを含んでいる。このとき、この第二の信号から抽出したゆらぎ成分により第一の信号のゆらぎ成分を相殺することにより電気信号に含まれる雑音を除去することがよい。

【0018】ゆらぎの相殺には、例えば、帯域濾波器を用いて第一の信号と第二の信号とを分離して取り出し、これらを周波数混合することにより行うことができる。

【0019】情報信号は、例えば、周波数分割多重された多チャネルAM映像信号であり、第一の信号は、この情報信号を一括して周波数変調した信号であることが望ましい。本発明は、このような広帯域の電気信号を入力して周波数変調することができる。

【0020】パイロット信号は、情報信号とは異なる周波数の搬送波であることが望ましい。パイロット信号は、相殺に用いるゆらぎを得るための信号であるから、情報信号と分離できるように、情報信号とは異なる周波数の搬送波を用いることがよい。

【0021】

【実施例】本発明実施例の構成を図1を参照して説明する。図1は本発明実施例の全体構成図である。

【0022】本発明は光信号送信機であり、その特徴とするところは、電気信号を変調入力とし周波数変調された光信号を出力する光周波数変調部1と、この光信号と中間周波数だけ離れた光周波数の局部発振光を出力する光周波数局部発振部2と、前記光信号と前記局部発振光とを合波する光合波部3と、この合波された光信号を入力し前記光信号と前記局部発振光との光周波数の差に等しい中間周波数の電気信号を出力する光ヘテロダイン検波部4と、この電気信号から前記光信号および前記局部発振光のゆらぎに起因する雑音を除去する手段としての一括FM映像信号周波数安定化部5と、この一括FM映像信号周波数安定化部5からの電気信号により光源を強度変調し光伝送路に送信する光信号を出力する光送信手段としての一括FM映像信号光送信部6とを備えたところにある。

【0023】次に、本発明実施例の動作を説明する。まず、光周波数変調部1を図2を参照して説明する。図2は光周波数変調部1のブロック構成図である。入力される周波数分割多重された多チャネルAM映像信号に、パイロット信号を周波数分割多重により多重し、この周波数分割多重された多チャネル振幅変調映像信号とパイロット信号により、光周波数変調用単一モードレーザ10を光周波数変調し光信号f1を出力する。本発明実施例では、多チャネルAM映像信号は90MHz～450M

Hzの周波数分割多重された信号である。パイロット信号としては、2.1GHzの搬送波を用いた。光周波数変調用単一モードレーザ10は193006.1GHzの波長1.5μm帯の光信号である。光信号f1は、図2に示すように、193006.1GHzを中心に左右対称に映像信号の領域が存在し、その両端にパイロット信号の領域が存在する。

【0024】次に、光周波数局部発振部2、光合波部3および光ヘテロダイン検波部4を図3ないし図5を参照して説明する。図3は光周波数局部発振部2のブロック構成図である。図4は光合波部3のブロック構成図である。図5は光ヘテロダイン検波部4のブロック構成図である。光周波数局部発振部2から出力される光周波数f2の局部発振光信号は、光周波数変調部1から出力される光信号f1とともに、図4に示す光合波器3の光カプラ14において偏波状態が同じになるように合波される。本発明実施例では、光信号f2は、図3に示すように、193000GHzの光信号とした。

【0025】合波された光信号は、図5に示す光ヘテロダイン検波部4に入力されて、フォトダイオード30により光強度検波が行われ周波数(f2-f1)、すなわち、

$$193006.1\text{GHz} - 193000\text{GHz} = 6.1\text{GHz}$$

の電気信号に変換される。この周波数(f2-f1=6.1GHz)は電気周波数として扱いが可能な周波数である。

【0026】次に、一括FM映像信号周波数安定化部5を図6を参照して説明する。図6は一括FM映像信号周波数安定化部5のブロック構成図である。図6(a)に示す光ヘテロダイン検波部4から出力された周波数(f2-f1=6.1GHz)の電気信号から帯域濾波器24を用いて、図6(d)に示すパイロット信号を抽出し、帯域濾波器22を用いて、図6(b)に示す一括FM映像信号を抽出する。これら二つの帯域濾波器22、24を用いて抽出した二つの電気信号をレベル調整器25、26により所望のレベルに調整して周波数混合器20に入力し、図6(c)に示す周波数混合された電気信号を出力する。これにより、光周波数変調用単一モードレーザ10と局部発振用単一モードレーザ12の光周波数がそれぞれ、外乱その他によりゆらいでも、この一括FM映像信号周波数安定化部5において、そのゆらぎを相殺することができる。

【0027】ここで、一括FM映像信号周波数安定化部5の動作をさらに詳細に説明する。図7は各部の信号状態を示す図である。図7(A)は、光周波数変調部1に入力されるAM映像信号および光周波数fpのパイロット信号の状態を示している。前述したように、AM映像信号の周波数帯域は90MHz~450MHzであり、パイロット信号の周波数は2.1GHzである。この図

7(A)に示した電気信号は、光周波数変調部1により周波数変調された光信号に変換されるが、光周波数変調部1の光周波数変調用単一モードレーザ10の有するゆらぎ、あるいは温度変動その他の外乱によるゆらぎにより、その光信号は、図7(B)に示す状態になる。ここでΔf1はゆらぎ成分である。前述したように、光信号の周波数f1は193006.1GHzであり、光パイロット信号の周波数(f1+fp)は193008.2GHzである。図7(C)は、光周波数局部発振部2から出力される周波数f2の局部発振光の状態を示している。ここでΔf2はゆらぎ成分である。前述したように、局部発振光の周波数f2は193000GHzである。図7(D)は、光ヘテロダイン検波部4から出力される周波数(f1-f2)の電気信号であるが、光信号に含まれるゆらぎはそのまま電気信号に変換される。ここでΔf(=Δf1+Δf2)はゆらぎ成分である。図7(E)は、一括FM映像信号周波数安定化部5の帯域濾波器22により分離された一括FM映像信号である。図7(F)は、一括FM映像信号周波数安定化部5の帯域濾波器24により分離されたパイロット信号である。ここでΔf(=Δf1+Δf2)はゆらぎ成分である。この図7(F)に示すパイロット信号と図7(E)に示す一括FM映像信号とを周波数混合することにより、図7(G)に示すようなゆらぎ成分が相殺された一括FM映像信号を得ることができる。さらに、この一括FM映像信号は、リミッタ11により振幅が整形される。

【0028】次に、一括FM映像信号光送信部6、光ファイバ伝送路9、一括FM映像信号受信部7および一括FM映像信号復調部8を図8を参照して説明する。図8は一括FM映像信号光送信部6、光ファイバ伝送路9、一括FM映像信号受信部7および一括FM映像信号復調部8のブロック構成図である。一括FM映像信号光送信部6では、一括FM映像信号周波数安定化部5から出力される電気信号により、送信用半導体レーザ40を強度変調し、その光出力を光ファイバ伝送路9に入力する。

【0029】光ファイバ伝送路9により、一括FM映像信号光送信部6から出力された光信号を一括FM映像信号光受信部7まで伝送する。一括FM映像信号光受信部7においては、受信した光信号をフォトダイオード50により光強度検波し、検波された電気信号を出力する。

【0030】一括FM映像信号復調部8においては、検波された電気信号を遅延検波回路に入力し、周波数変調された電気信号の復調を行い、光周波数変調部1に入力された周波数分割多重された多チャンネル振幅変調映像信号と同一の信号を復調信号として出力する。

【0031】本発明実施例は、周波数分割多重された多チャンネルAM映像信号を入力とする光信号送信機として説明したが、映像信号以外でも、アナログまたはデジタルの広帯域な電気信号を入力として同様に説明することができる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、広帯域な電気信号を入力することができる光信号送信機を実現することができる。これにより、多チャンネルの映像信号を送信することができる。さらに、信号品質のよい光信号送信機を実現することができる。本発明は、ケーブルテレビジョン用の光信号送信機に利用して特に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の全体構成図。

【図2】光周波数変調部のブロック構成図。

【図3】光周波数局部発振部のブロック構成図。

【図4】光合波部のブロック構成図。

【図5】光ヘテロダイン検波部のブロック構成図。

【図6】一括F M映像信号周波数安定化部のブロック構成図。

【図7】各部の信号状態を示す図。

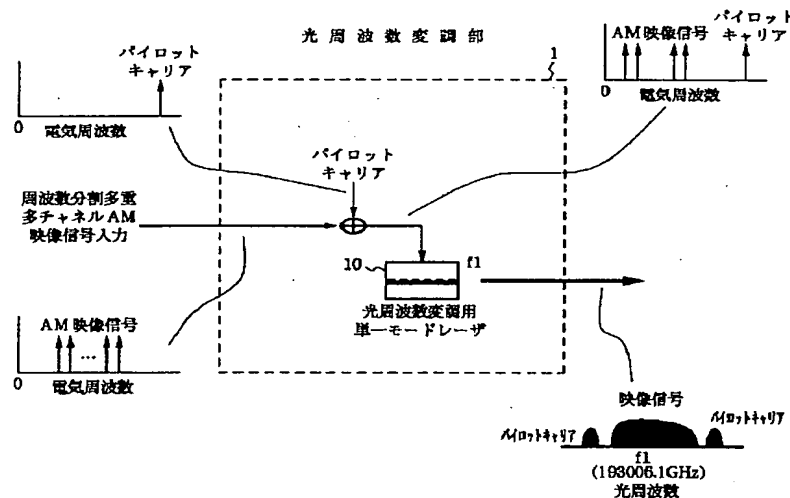
【図8】一括F M映像信号光送信部、光ファイバ伝送路、一括F M映像信号受信部および一括F M映像信号復調部のブロック構成図。

*【図9】従来例の光伝送方式の全体構成図。

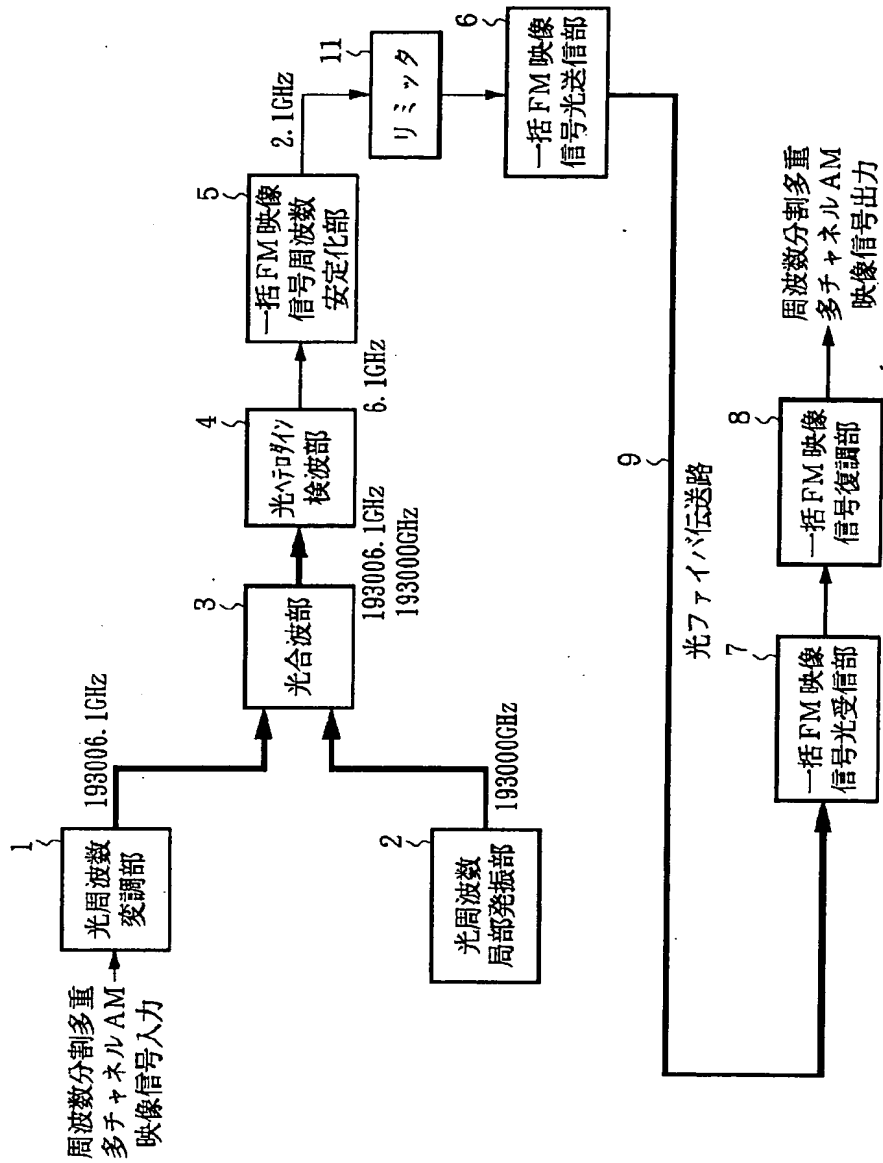
【符号の説明】

- 1 光周波数変調部
- 2 光周波数局部発振部
- 3 光合波部
- 4 光ヘテロダイン検波部
- 5 一括F M映像信号周波数安定化部
- 6 一括F M映像信号光送信部
- 7 一括F M映像信号光受信部
- 10 一括F M映像信号復調部
- 9 光ファイバ伝送路
- 10 光周波数変調用単一モードレーザ
- 11 リミッタ
- 12 局部発振用単一モードレーザ
- 14 光カプラ
- 20 周波数混合器
- 22、24 帯域濾波器
- 25、26 レベル調整器
- 30、50 フォトダイオード
- *20 40 送信用半導体レーザ

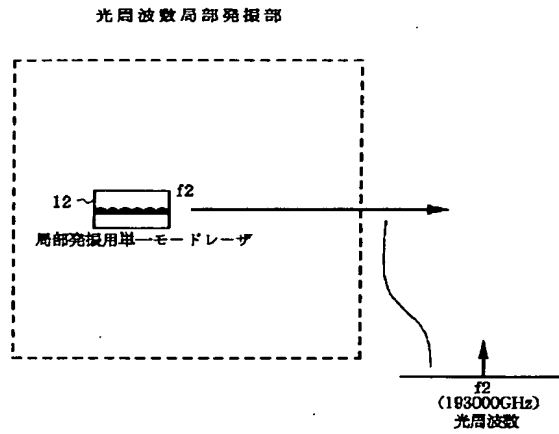
【図2】



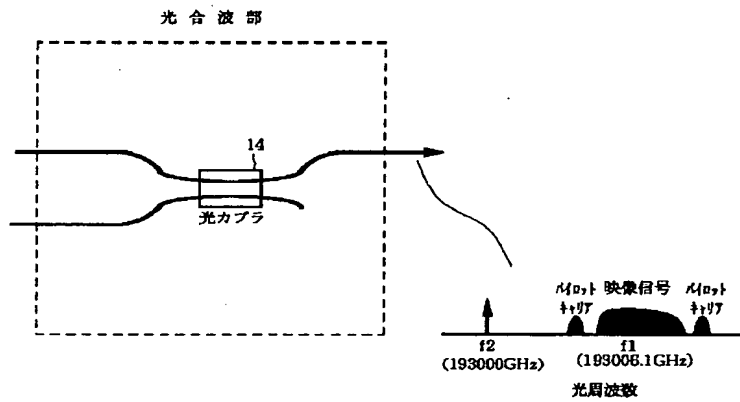
【図1】



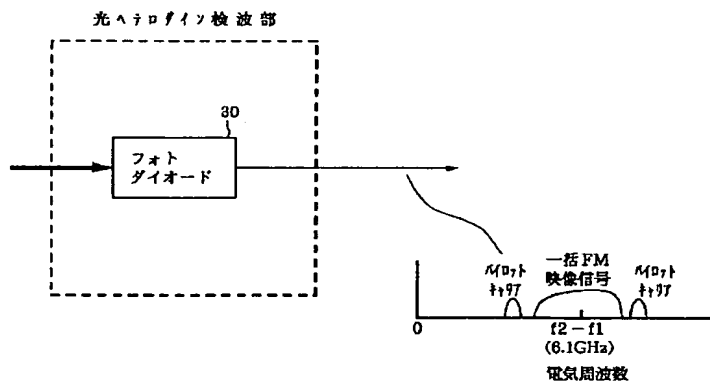
【図 3】



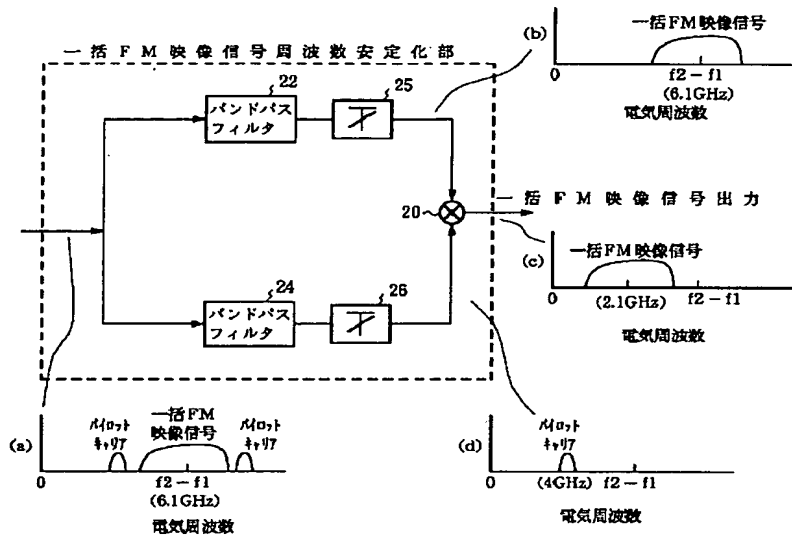
【図 4】



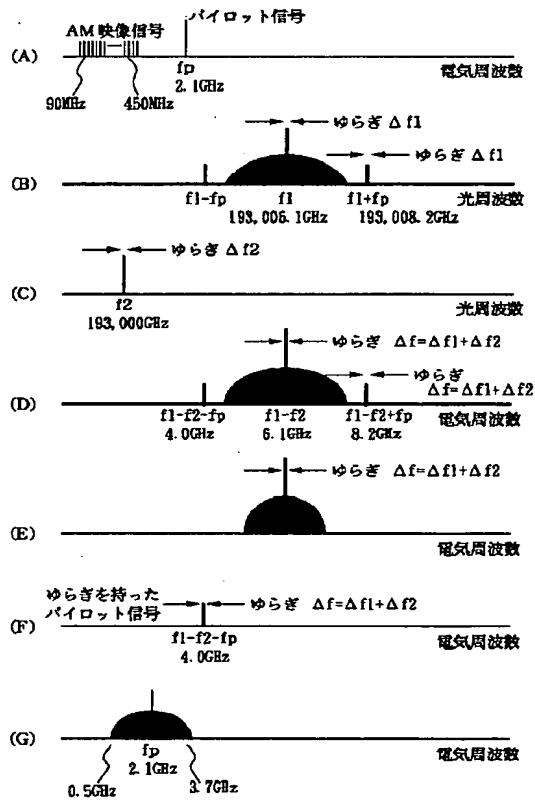
【図 5】



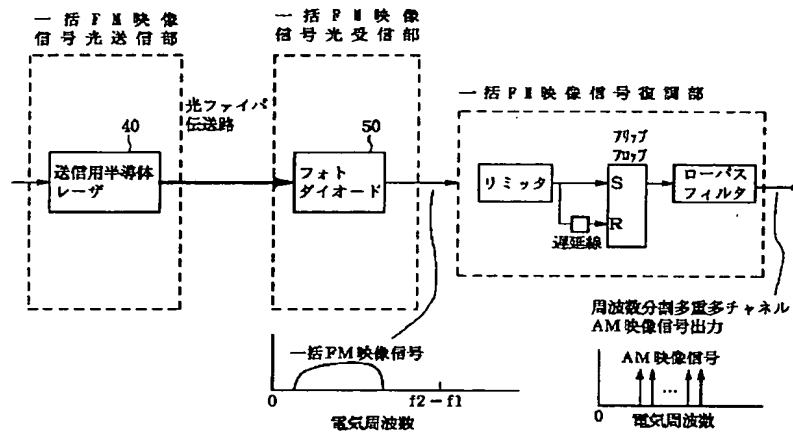
【図 6】



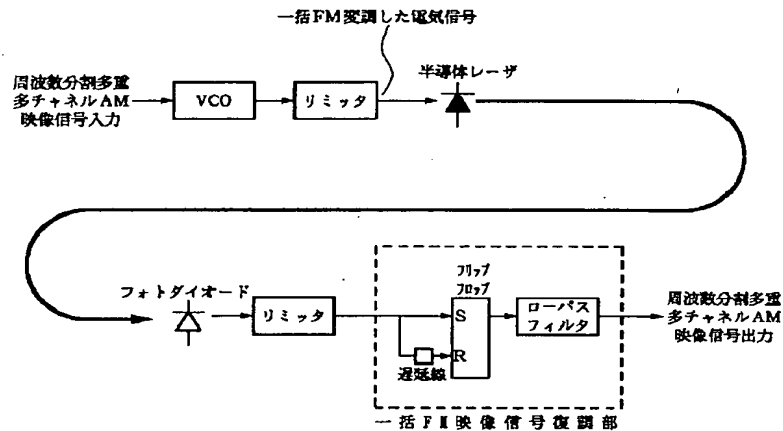
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【手続補正書】

【提出日】平成 8 年 6 月 6 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電気信号を変調入力とし周波数変調された光信号を出力する光周波数変調部と、この光信号と中間周波数だけ離れた光周波数の局部発振光を出力する光周波数局部発振部と、前記光信号と前記局部発振光とを合波する光合波部と、この合波された光信号を入力し前記光信号と前記局部発

振光との光周波数の差に等しい中間周波数の電気信号を出力する光ヘテロダイン検波部と、この電気信号により光源を強度変調し光伝送路に送信する光信号を出力する光送信手段とを備えたことを特徴とする光信号送信機。

【請求項 2】 前記光ヘテロダイン検波部の出力に得られる電気信号から前記光信号および前記局部発振光のゆらぎに起因する雑音を除去する手段を備えた請求項 1 記載の光信号送信機。

【請求項 3】 前記変調入力はベースバンド信号であり情報信号とこの情報信号とは周波数の異なるパイロット信号とを含み、前記中間周波数信号はこの情報信号により周波数変調された第一の信号と前記パイロット信号に

より周波数変調された第二の信号とを含み、
前記除去する手段は、この第二の信号から抽出したゆらぎ成分を前記第一の信号のゆらぎ成分と相殺する手段を含む請求項 2 記載の光信号送信機。

【請求項 4】 前記相殺する手段は、前記第一の信号が通過する第一の帯域濾波器と、前記第二の信号が通過する第二の帯域濾波器と、この第一の帯域濾波器の出力とこの第二の帯域濾波器の出力とを周波数混合する手段とを備えた請求項 3 記載の光信号送信機。

【請求項 5】 前記情報信号は、周波数分割多重された多チャネル振幅変調映像信号であり、前記第一の信号は、この情報信号を一括して周波数変調した信号である請求項 3 記載の光信号送信機。

【請求項 6】 前記パイロット信号は、前記情報信号とは帯域濾波器で分別できる程度に異なる周波数に設定された搬送波である請求項 3 記載の光信号送信機。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、周波数変調に*

* 光ヘテロダイン検波技術を用いることを主要な特徴とする。これにより、VCOを用いた従来の装置と比較して入力することができる周波数帯域が大幅に広帯域化される。すなわち本発明は、光信号送信機であり、その特徴とするところは、電気信号を変調入力とし周波数変調された光信号を出力する光周波数変調部と、この光信号と中間周波数だけ離れた光周波数の局部発振光を出力する光周波数局部発振部と、前記光信号と前記局部発振光とを合波する光合波部と、この合波された光信号を入力し前記光信号と前記局部発振光との光周波数の差に等しい中間周波数の電気信号を出力する光ヘテロダイン検波部と、この光ヘテロダイン検波部出力に得られる電気信号により光源を強度変調し光伝送路に送信する光信号を出力する光送信手段とを備えたところにある。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】前記光ヘテロダイン検波部出力に得られる電気信号から前記光信号および前記局部発振光のゆらぎに起因する雑音を除去する手段を備えることが望ましい。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁸

識別記号

弁内整理番号

F 1

技術表示箇所

H 0 4 B 10/04

10/06

H 0 4 N 7/22

(72)発明者 中本 博司

東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 岩下 克

東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号 日
本電信電話株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.